



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 15 994 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 05 K 1/18**  
H 03 H 7/01  
H 04 B 15/02  
H 01 J 17/04

②1 Aktenzeichen: 196 15 994.8  
②2 Anmeldetag: 9. 4. 96  
④3 Offenlegungstag: 18. 10. 97

DE 196 15 994 A 1

⑦1 Anmelder:  
Bintec Computersysteme GmbH, 90449 Nürnberg,  
DE

⑦4 Vertreter:  
Dres. Fitzner, Münch & Jungblut, Rechts- und  
Patentanwälte Ratingen-Berlin, 10115 Berlin

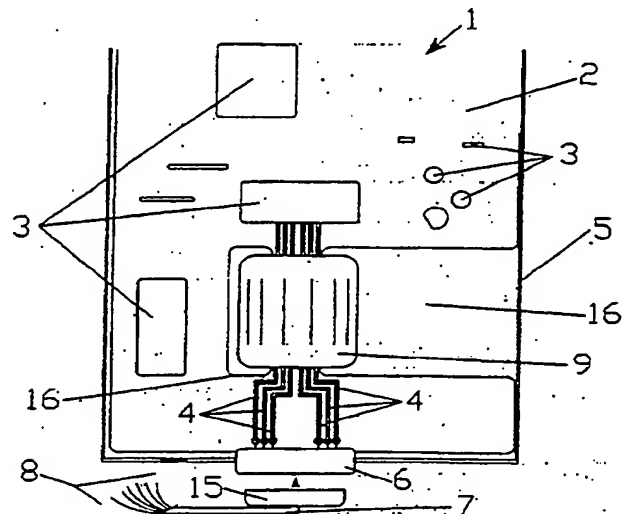
⑦2 Erfinder:  
Florian, Stefan, 12059 Berlin, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE-AS 11 59 527  
US 50 25 211  
JP 05-1 45 288

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Elektronisches Gerät zur Verarbeitung und/oder Übertragung von elektrischen Signalen

⑤7 Die Erfindung betrifft ein elektronisches Gerät (1) zur Verarbeitung und Übertragung von elektrischen Signalen, mit einem gedruckten Schaltkreis (2) mit elektronischen Bauelementen (3) und zumindest einer an die elektronischen Bauelemente angeschlossenen gedruckten Übertragungsleitung (4), mit einem den gedruckten Schaltkreis (2) umgebenden Gehäuse (5) und mit einem mit dem gedruckten Schaltkreis (2) elektrisch verbundenen und in einer Aussparung des Gehäuses (5) angeordneten elektrischen Steckverbinder (6). An den Steckverbinder (6) ein elektrisches Kabel (7) mit zumindest einer, der gedruckten Übertragungsleitung (4) zugeordneten, aderförmigen Übertragungsleitung (8) zur Übertragung elektrischer Signale aus dem gedruckten Schaltkreis (2) zu Schaltkreisen beabstandeter anderer Schaltkreise anschließbar. Zumindest ein eine Übertragungsleitung umfassendes Dämpfungselement (9) aus Ferrit zur Dämpfung von Störaustrahlungen aus dem elektrischen Kabel (7) ist eingerichtet. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfungselement (9) geräteintern in dem gedruckten Schaltkreis (2) die gedruckte Übertragungsleitung (4) umfassend angeordnet und dem Steckverbinder (6) vorgeschaltet ist, wobei das Dämpfungselement (9) hinsichtlich Ferritmateriale, Längserstreckung (1) in Richtung der gedruckten Übertragungsleitung (4) und Wanddicke (d) mit der Maßgabe dimensioniert ist, daß das Gerät (1) bei angeschlossenem und dämpfungselementfreiem elektrischen Kabel (7) eine ...



DE 196 15 994 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 97 702 042/413

10/25

Die Erfindung betrifft ein elektronisches Gerät zur Verarbeitung und/oder Übertragung von elektrischen Signalen, mit einem gedruckten Schaltkreis mit elektronischen Bauelementen und zumindest einer an die elektronischen Bauelemente angeschlossenen gedruckten Übertragungsleitung, mit einem den gedruckten Schaltkreis umgebenden Gehäuse, mit einem mit dem gedruckten Schaltkreis elektrisch verbundenen und in einer Aussparung des Gehäuses angeordneten elektrischen Steckverbinder, wobei an den Steckverbinder ein elektrisches Kabel mit zumindest einer, der gedruckten Übertragungsleitung zugeordneten, aderförmigen Übertragungsleitung zur Übertragung elektrischer Signale aus dem gedruckten Schaltkreis zu Schaltkreisen beabstandeter anderer Schaltkreise anschließbar ist und wobei zumindest ein eine Übertragungsleitung umfassendes Dämpfungselement aus Ferrit zur Dämpfung von Störausstrahlungen aus dem elektrischen Kabel eingerichtet ist. — Elektronische Geräte zur Verarbeitung und/oder Übertragung von elektrischen Signalen dienen im weitesten Sinne der Verarbeitung bzw. Übertragung von analogen oder digitalen Informationen. Beispiele hierfür sind Computer, Computerperipheriegeräte wie Drucker, Scanner, Speichermedien und Monitore, sowie Interfacegeräte. Mit Interfacegeräten können Informationen als geeignet codierte elektrische Signale in Telekommunikationsanlagen und -netze eingespeist werden. Dabei versteht sich, daß hierfür die Informationen auf geeignete Weise dem Interfacegerät zugeleitet werden müssen. Als gedruckter Schaltkreis ist eine elektronische Schaltung bezeichnet, deren Bauelemente auf einer Platine angeordnet sind. Eine Platine besteht aus einer elektrisch isolierenden Trägerplatte, auf welcher einseitig oder beidseitig elektrisch leitende gedruckte Leitungen, auch Leiterbahnen genannt, eingebracht sind. Meist werden gedruckte Leitungen durch Entfernen nicht gewünschter leitfähiger Bereiche einer beispielsweise aus Kupfer bestehenden Kaschierung der Trägerplatte erzeugt.

Gedruckte Leitungen können aber auch im Inneren der elektrisch isolierenden Trägerplatte angeordnet sein, wenn mit der sogenannten Multilayer-Technologie gearbeitet wird. Die elektronischen Bauteile sind in der Regel an geeigneten Stellen mit den gedruckten Leitungen verlötet. Dieser Aufbau erlaubt es praktisch vollständig auf sogenannte fliegenden Leitungen im Gerätinneren zu verzichten, insbesondere wenn auch Steckverbinder als sogenannte on-board Bauteile ausgebildet und direkt auf der gedruckten Schaltung angeordnet sind. Als Übertragungsleitungen sind allgemein solche Leitungen bezeichnet, die zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen zwischen Schaltkreisen verschiedener Geräte eingerichtet sind. Als aderförmige Übertragungsleitungen sind geräteexterne Einzel-Leiter bezeichnet, die entsprechend der Anzahl geräteinterner, gedruckter Übertragungsleitungen ein- oder mehradrig sein können und ein elektrisches Kabel bilden. Aderförmige Übertragungsleitungen weisen oft, aber nicht zwingend einen die Adern umgebenden, jedoch von diesen elektrisch isolierten Schirmmantel auf. Elektrische Steckverbinder dienen dem reversiblen Anschluß von Kabeln an ein Gerät. Hierzu muß das Kabel seinerseits einen zum Steckverbinder des Gerätes komplementären Steckverbinder aufweisen. Ein Steckverbinder weist eine Anzahl Kontakte auf, die zumindest so groß wie die Anzahl angeschlossener Übertragungslei-

tungen ist.

Bei der leitungsgebunden Übertragung elektrischer Signale wird eine zu übertragende Information durch Modulation gleichsam codiert. Bei jeder Modulation entstehen Wechselspannungen bzw. -ströme, deren Frequenzspektrum oberhalb der Frequenzen des eigentlichen Signals eine Vielzahl von zur Informationsübertragung nicht weiter beitragenden Oberwellen aufweist. Dieses Oberwellenspektrum gehorcht dabei der Theorie der Fourierreihen. Bei sehr niedrigen Frequenzen stört das Oberwellenspektrum weniger, da es aufgrund seiner ebenfalls niedrigen Frequenzen und des folglich sehr großen Verhältnisses Wellenlängen/Leitungslänge leitungsgebunden ist. Eine elektromagnetische Abstrahlung findet kaum statt, wie die für diesen Fall anzuwendende quasistationäre Theorie zeigt. Sind die Frequenzen des Oberwellenspektrums jedoch so hoch, daß die Wellenlängen in der Größenordnung der Leitungslänge liegen, so zeigen die dann anzuwendenden numerischen Lösungen der Maxwell'schen Gleichungen (z. B. Momentenmethode), daß sich ein beachtliches elektromagnetisches Strahlungsfeld aufbaut. Betragen die Wellenlängen gar  $2^{-x}$ -mal ( $x = -2, -1, 0, 1, 2, \dots$ ) die Leitungslänge, so entstehen durch Resonanz auf den Leitungen stehende Wellen, die die Leitungen wie Sendantennen wirken lassen. Dies stört in erheblichem Maße, da durch die abgestrahlten elektromagnetischen Wellen Menschen gesundheitlich beeinträchtigt und andere Geräte gestört werden können. Ein Gerät, dessen elektromagnetische Abstrahlung hinreichend gering ist, bezeichnet man als bezüglich dieser Störausstrahlung elektromagnetisch verträglich. Die vorstehend erläuterte Problematik stellt sich insbesondere bei digitalen elektronischen Geräten. Zum einen geht die Tendenz zu immer höheren Frequenzen, um hohe Arbeitsgeschwindigkeiten und/oder Informationsdichten (z. B. im Multiplexverfahren) zu erzielen. Zum anderen wird bei digitalen Geräten mit sogenannten Rechteckimpulsen gearbeitet, wobei die erste Ableitung der Spannung nach der Zeit im Bereich der Flanken theoretisch unendlich wird. Ein idealer Rechteckimpuls hat aufgrund dieses Flankenverlaufes jedoch ein unendliches Oberwellenspektrum und folglich beachtliche Anteile an hohen und höchsten Frequenzen. Die elektromagnetische Verträglichkeit eines Gerätes wird dabei weniger durch Störausstrahlungen von geräteinternen Übertragungsleitungen verschlechtert, da die internen Übertragungsleitungen sehr kurz sind und da das Gehäuse in aller Regel zudem eine gewisse Abschirmwirkung aufweist. Eine erhebliche Beeinträchtigung der elektromagnetischen Verträglichkeit der Anordnung Gerät/Kabel insgesamt wird jedoch durch die geräteexternen Kabel hervorgerufen, da diese zur Verbindung verschiedener Geräte vergleichsweise lang sein müssen.

Zur Reduktion von Störausstrahlung ist es aus der Literaturstelle K.H. Gonschorek, H. Singer, "Elektromagnetische Verträglichkeit", B.G. Teubner, Stuttgart, 1992, S. 250—251, bekannt, ein Koaxialkabel mit einem auf dem schirmenden Außenleiter aufgetragenen Mantel aus einem Ferritwerkstoff auszustatten. Dabei wird die Signalübertragung durch die axiale Übertragungsleitung praktisch nicht durch den Mantel beeinflusst. Vielmehr werden die durch die Übertragungsleitung in dem Außenleiter induzierten hochfrequenten Ströme dadurch gedämpft, daß der Induktivitätsbelag des Außenleiters aufgrund der hohen Permeabilität auch bei hohen Frequenzen des Ferritwerkstoffes beachtlich vergrößert wird. Aufgrund der Dämpfung der hochfre-

quenten Ströme im Außenleiter ist auch die Störausstrahlung reduziert. Die insoweit bekannte Maßnahme liefert befriedigende Ergebnisse hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit nur, wenn der Außenleiter zu einer sogenannten geschlossenen Schirmschleife ergänzt ist. Ist in der Schirmschleife eine Unterbrechung, so ist praktisch kein Abschirmeffekt mehr zu beobachten. Daher müssen die angeschlossenen Geräte aufeinander und auf die Kabelanschlüsse so abgestimmt sein, daß eine geeignete Schirmschleife entsteht. Die erforderliche Abstimmung der Geräte aufeinander stört, da dadurch die Auswahlmöglichkeiten beachtlich beschränkt werden. Zudem sind die speziellen Kabel in der Herstellung extrem aufwendig und folglich teuer.

Aus der Praxis ist es weiterhin bekannt, an dem elektrischen Kabel im Bereich eines Steckverbinders eine sogenannte Ferritklammer anzubringen. Ferritklammern sind im wesentlichen hohlzylinderförmig aus zwei Hohlzylinderhälften ausgebildet. Die beiden Hohlzylinderhälften werden außen um den Isoliermantel des Kabels gestülpt und durch geeignete mechanische Mittel zu einem Hohlzylinder verbunden. Die Funktionsweise von Ferritklammern ist folgende. Durch die hohe Permeabilität des Ferritwerkstoffes wird die aderförmige Übertragungsleitung selbst dadurch gedämpft, daß ihre Impedanz erhöht wird. Das Ersatzschaltbild für die Anordnung ist eine Zwischenschaltung einer Reihenschaltung einer Spule mit einem Widerstand in die Übertragungsleitung, wobei eine (Streu-) Kapazität nach Masse geschaltet ist. Im Kern wird also ein Tiefpaßfilter geschaffen, der die Ausbreitung von Oberwellen hoher Frequenzen in der aderförmigen Übertragungsleitung reduziert. Hieraus folgt eine Reduktion der Störausstrahlung. Insofern funktioniert die Ferritklammer als Dämpfungselement. Von diesem Stand der Technik geht die Erfindung gemäß dem Eingangssatz aus. Zwar befriedigt diese insofern bekannte Anordnung in elektrischer Hinsicht, sie stört aber die Handhabbarkeit des Kabels, da die Ferritklammer in unmittelbarer Nähe des Steckverbinders angeordnet sein muß und folglich zu einer beachtlichen Aussteifung in diesem Bereich führt. Dies gilt insbesondere, weil die Ferritklammer zur Erzielung eines den Anforderungen genügenden Dämpfungseffektes groß bauen muß. Demgegenüber ist es aus räumlichen Gründen oft wünschenswert ein Kabel unmittelbar anschließend an den Steckverbinder mit kleinem Radius zu führen. Weiterhin muß das Ferritmaterial selbst mit einem Schutzmantel, meist aus Kunststoff, zum Schutz vor mechanischer Beschädigung ausgestattet sein, da Ferritmaterialien sehr spröde sind. Dies ist aufwendig und erhöht die Kosten der gesamten Anordnung Kabel/Ferritklammer beachtlich.

Demgegenüber liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, ein elektronisches Gerät zu schaffen, dessen elektromagnetische Verträglichkeit bezüglich der Störausstrahlung allen Anforderungen genügt, und zwar auch in Verbindung mit einem üblichen, im Aufbau einfachen, gut handhabbaren und preiswerten Kabel.

Zur Lösung dieses Problems lehrt die Erfindung, daß das Dämpfungselement geräteintern in dem gedruckten Schaltkreis die gedruckte Übertragungsleitung umfassend angeordnet und dem Steckverbinder vorgeschaltet ist, wobei das Dämpfungselement hinsichtlich Ferritmaterial, Längserstreckung in Richtung der gedruckten Übertragungsleitung und Wanddicke mit der Maßgabe dimensioniert ist, daß das Gerät bei angeschlossenem und dämpfungselementfreiem elektrischen Kabel eine

elektrische Störfeldstärke der Störausstrahlungen aus dem elektrischen Kabel im Bereich von 30 MHz bis 1 GHz, gemessen nach EN 550022, aufweist, die unterhalb der nach EN 550022 zulässigen Grenzwerte liegt. — Als elektromagnetische Störfeldstärke ist die Feldstärke der elektrischen Komponente der elektromagnetischen Strahlung in dem angegebenen Frequenzbereich bezeichnet. Zwar sind Ferritmaterialien elektrische Nichtleiter, es kann sich dennoch empfehlen, zwischen den gedruckten Übertragungsleitungen und dem Dämpfungselement eine elektrisch isolierende Zwischenlage vorzusehen. Eine solche Zwischenlage kann auch mechanisch dämpfend ausgelegt sein, um ein Wackeln des Dämpfungselements in der gedruckten Schaltung zu verhindern. Als Ferritmaterial sind Eisenoxide bzw. Verbindungen von Eisenoxiden mit anderen Metalloxiden, beispielsweise  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$  oder  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ , ggf. mit weiteren Beimengungen, so auszuwählen, daß eine ausreichend hohe Permeabilität bei den zu dämpfenden Frequenzen gewährleistet ist. Eine Erhöhung der Längserstreckung und der Wanddicke des Dämpfungselements erhöht die Dämpfungswirkung. In der Norm EN 550022, deutsche Fassung 1994, (EN = europäische Norm) sind neben Grenzwerten auch Meßbedingungen und -verfahren zur Bestimmung der elektrischen Störfeldstärke angegeben, auf welche hiermit hinsichtlich der Offenbarung ausdrücklich Bezug genommen wird. Die Grenzwerte nach EN 550022 betragen für Einrichtungen der Klasse A im Bereich 30—230 MHz 40 dB (Mikrovolt/m) und im Bereich 230—1000 MHz 47 dB (Mikrovolt/m). Die Grenzwerte betragen für Einrichtungen der Klasse B im Bereich 30—230 MHz 30 dB (Mikrovolt/m) und im Bereich 230—1000 MHz 37 dB (Mikrovolt/m). Die erforderliche Dimensionierung des Dämpfungselements ist mittels einfacher Versuche ermittelbar. Hierbei ist auch zu beachten, daß die Dämpfungswirkung durch eine nahe, ggf. auch gleichmäßig nahe, Anordnung des Ferritmaterials bei der Übertragungsleitung gefördert wird.

Die grundsätzliche Funktion beim Gegenstand der Erfindung entspricht jener der eingangs beschriebenen Ferritklammern. Überraschenderweise wird beim Gegenstand der Erfindung jedoch die allen Anforderungen genügende elektromagnetische Verträglichkeit hinsichtlich der Störausstrahlung mit Dämpfungselementen erreicht, die gegenüber den üblichen Ferritklammern hinsichtlich ihrer Längserstreckung und Wanddicke kleiner, beispielsweise um den Faktor 1/2 und weniger kleiner, ausgeführt sein können, und zwar bei Verwendung üblicher Ferritmaterialien. Zudem werden keine Dämpfungsmaßnahmen im Rahmen der aderförmigen Übertragungsleitungen bzw. des Kabels mehr benötigt. Dies erlaubt es, einfache, auch im Bereich der Steckverbinder flexible und preiswerte Kabel anzuschließen.

Besonders vorteilhaft ist die Erfindung einsetzbar bei einem elektronischen Gerät, welches zur Verarbeitung und Übertragung digitaler elektrischer Signale eingerichtet ist. Störausstrahlungen aufgrund von Oberwellen der digitalen Impulse werden auf unbedenkliche Werte reduziert trotz des vergleichsweise starken Oberwellenspektrums der oft auch sehr kurzen Impulse.

Eine Weiterbildung der Erfindung von selbständiger Bedeutung ist dadurch gekennzeichnet, daß mehrere symmetrische gedruckte Übertragungsleitungen eingerichtet sind im Bereich des Dämpfungselements gebündelt sind. Symmetrische Leitungen bilden einen symmetrischen Stromkreis aus Hin- und Rückleiter, wobei der

Stromkreis insgesamt von einem Bezugspotential getrennt geführt werden kann. Mit anderen Worten ausgedrückt, ist kein Leiterstück des Bezugspotentials in den Stromfluß einbezogen (grundsätzlich aber auch nicht potentialfrei gearbeitet werden). Bei symmetrischen Übertragungsleitungen fließt also durch Hin- und Rückleiter ein Strom von gleichem Betrag aber entgegengesetzter Richtung. Im einzelnen werden ein Leiterpaar einer symmetrischen Übertragungsleitung gemeinsam und in gleicher Richtung durch das Dämpfungselement geführt. Dies bedeutet, daß der Stromfluß in dem Leiterpaar einer vom Dämpfungselement umfaßten symmetrischen Übertragungsleitung gegenläufig ist. Durch diese Anordnung wird bei gegenüber nichtsymmetrischen Übertragungsleitungen gleichbleibender Dämpfung von Störausstrahlungen erreicht, daß das Nutzsignal demgegenüber praktisch nicht gedämpft wird, da die in den Leitern des Leiterpaares fließenden, einander entgegengerichteten Ströme auch gegensätzliche magnetische Ströme hervorrufen, die sich aufgrund des gleichen Betrages gegenseitig kompensieren (Stromkompensation). Die mit dem Dämpfungselement aufgebaute Induktivität wird bezogen auf das Nutzsignal praktisch nicht wirksam. Im übrigen sind solchermaßen ausgelegte Übertragungsleitungen weniger anfällig gegen Störeinstrahlung. Das vorstehende gilt insbesondere auch, wenn die symmetrischen Übertragungsleitungen als differentielle Übertragungsleitungen ausgebildet sind, d. h. paarweise im Gegentakt angesteuert werden. Der Ausdruck gebündelt bezeichnet eine in der Ebene der gedruckten Übertragungsleitungen eng beieinander liegende Anordnung. Sind mehrere Paare symmetrischer Leitungen in einem Bündel eingerichtet, so werden die Leitungen verschiedener Paare zweckmäßigerweise so angeordnet, daß ein Übersprechen zwischen verschiedenen Paaren minimiert ist.

Um die Dämpfung von Störausstrahlungen weiter zu verbessern oder auch um kleinere Dämpfungselemente verwenden zu können, können die gedruckten Übertragungsleitungen auch mehrfach (in der gleichen Richtung) durch das Dämpfungselement geführt werden. Dazu sind die Übertragungsleitungen außerhalb des Dämpfungselements wieder zurückzuführen. Bei Kabeln würde eine solche Anordnung einen großen Aufwand bedeuten, während bei gedruckten Übertragungsleitungen lediglich etwas mehr Platz auf der Platine und/oder ein Einsatz einer höheren Anzahl Leitungslagen erforderlich ist.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist das an das elektronische Gerät angeschlossene elektrische Kabel (7) schirmmantelfrei ausgebildet.

Vorteilhafterweise weist das Dämpfungselement keinen in Richtung der Längserstreckung der gedruckten Übertragungsleitung verlaufenden Luftspalt auf. Um dies zu ermöglichen sind beidseitig der gedruckten Übertragungsleitung Ausnehmungen in dem gedruckten Schaltkreis angebracht, durch welche das Dämpfungselement die gedruckten Übertragungsleitungen vollständig umschließend hindurchgreift. Durch die luftspaltfreie Ausführung wird ein unbeeinträchtigter magnetischer Fluß durch das Dämpfungselement und dadurch eine hohe Reduktion der Störausstrahlungen erreicht.

Im einzelnen kann das Dämpfungselement als einen Durchführungsraum für die gedruckte Übertragungsleitung bildender Hohlzylinder aus zwei Hohlzylinderhälften ausgebildet sein, wobei die Zylinderachse des Dämpfungselementes parallel zu der gedruckten

Übertragungsleitung ausgerichtet ist. Dies empfiehlt sich bei einer oder relativ wenigen Übertragungsleitungen. Sind vergleichsweise viele Übertragungsleitungen eingerichtet, so kann das Dämpfungselement im wesentlichen quaderförmig mit einem Durchführungsraum für die gedruckten Übertragungsleitungen von im wesentlichen rechteckigem Querschnitt ausgebildet sein, wobei das Dämpfungselement aus zwei Halbelementen zusammensetzbar ist. Selbstverständlich ist die letztgenannte Variante aber auch bei lediglich einer oder wenigen Übertragungsleitungen verwendbar.

Grundsätzlich können mehrere Dämpfungselemente in Richtung ihrer Längserstreckung aneinandergereiht sein. Dies kann zur Beherrschung geometrischer Zwänge und/oder von Layout-Zwängen vorgesehen werden, aber auch einer weiteren Reduktion der Störausstrahlung dienen.

Die Erfindung betrifft auch die Verwendung eines nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildeten und angeordneten Dämpfungselements zur Reduktion von Störausstrahlungen aus einem an einen Steckverbinder eines elektronischen, vorzugsweise digitalen, Gerätes angeschlossenen elektrischen, vorzugsweise schirmmantelfreien, Kabels.

Im folgenden wird die Erfindung anhand lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Schnitts durch ein erfindungsgemäßes elektronisches Gerät in einer zum gedruckten Schaltkreis parallelen Schnittebene,

Fig. 2a,b zwei Beispiele für Dämpfungselemente zum Einsatz in einem erfindungsgemäßen Gerät.

In der Fig. 1 erkennt man ein elektronisches Gerät (1) zur Verarbeitung und Übertragung von elektrischen Signalen. Im Ausführungsbeispiel ist dies ein digitaler ISDN-Ethernet-Router, der mit Betriebsfrequenzen von 20 MHz und 40 Mhz arbeitet. Das Gerät ist mit einem gedruckten Schaltkreis (2) mit elektronischen Bauelementen (3) und insgesamt sechs an die elektronischen Bauelemente angeschlossenen gedruckten Übertragungsleitungen (4) ausgestattet. Der gedruckte Schaltkreis (2) ist mit einem Gehäuse (5) umgeben und mit einem in einer Aussparung des Gehäuses (5) angeordneten elektrischen Steckverbinder (6) ausgestattet. An den Steckverbinder (6) ist ein elektrisches Kabel (7) mit zumindest sechs, den gedruckten Übertragungsleitungen (4) zugeordneten, aderförmigen Übertragungsleitungen (8) zur Übertragung elektrischer Signale aus dem gedruckten Schaltkreis (2) zu Schaltkreisen bestandener anderer Schaltkreise anschließbar. Hierzu ist das Kabel (7) mit einem zum Steckverbinder (6) komplementären Steckverbinder (15) ausgestattet. Geräteintern ist in dem gedruckten Schaltkreis (2) ein die gedruckten Übertragungsleitungen (4) umfassendes Dämpfungselement (9) angeordnet und der Steckverbinder (6) vorgeschaltet. Das Dämpfungselement (9) ist aus Ferrit und dient zur Dämpfung von Störausstrahlungen aus dem elektrischen Kabel (7). Die gedruckten Übertragungsleitungen sind im Bereich des Dämpfungselementes (9) gebündelt. In einzelnen sind die gedruckten Übertragungsleitungen (4) als symmetrische Übertragungsleitungen (4) ausgelegt und arbeiten als differentielle Übertragungsleitungen. In der Fig. 1 erkennt man schließlich, daß das Kabel (7) ohne irgendwelche Dämpfungselemente, wie zum Beispiel Ferritklammern, ausgeführt ist, was den dargestellten engen Verlegungsradius nahe bei dem Steckverbinder (15) er-

laubt. Im übrigen ist das elektrische Kabel (7) schirmmantelfrei ausgebildet.

Aus einer vergleichenden Betrachtung der Fig. 1 und 2a entnimmt man, daß das Dämpfungselement (9) als ein einen Durchführungsraum (10) für die gedruckten Übertragungsleitungen (4) bildenden Hohlzylinder aus zwei Hohlzylinderhälften (11, 12) ausgebildet ist und daß die Zylinderachse des Dämpfungselementes (9) parallel zu den gedruckten Übertragungsleitungen (4) ausgerichtet ist. Nach der Montage in dem gedruckten Schaltkreis (2) weist das Dämpfungselement (9) keinen in Richtung der Längserstreckung der gedruckten Übertragungsleitungen (4) verlaufenden Luftspalt auf. Dies ist im dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch ermöglicht, daß beidseitig der gedruckten Übertragungsleitungen (4) Ausnehmungen (16) in dem gedruckten Schaltkreis (2) angebracht sind, durch welche das Dämpfungselement (9) die gedruckten Übertragungsleitungen (4) nach der Montage vollständig umschließend hindurchgreift. Die (luftspaltfreie) Aneinanderfügung der beiden Hohlzylinderhälften (11, 12) in dem gedruckten Schaltkreis (2) kann in einfachsten Falle mittels eines das Dämpfungselement (9) um seinen Außenumfang umfassenden Kabelbinders als Befestigungsmittel erfolgen. Es versteht sich, daß die Ausnehmungen (16) dem zusätzlichen Platzbedarf eventueller Befestigungsmittel angepaßt sein müssen. Grundsätzlich kann abweichend von der Darstellung der Fig. 1 lediglich eine einzelne Ausnehmung (16) vorgesehen sein, wenn die gedruckten Übertragungsleitungen (4) am Rand des gedruckten Schaltkreises (2) angeordnet sind. Die Ausnehmungen (16) können offen oder geschlossen ausgeführt sein.

In der Darstellung Fig. 2b ist erkennbar, daß das Dämpfungselement auch im wesentlichen quaderförmig mit einem Durchführungsraum (10) für die gedruckte Übertragungsleitung (4) von im wesentlichen rechteckigem Querschnitt ausgebildet sein kann. Das Dämpfungselement (9) ist in der dargestellten Ausführungsform aus zwei zueinander spiegelsymmetrischen Halbelementen (13, 14) zusammensetzbar. Statt dessen kann aber auch eines der beiden Halbelemente (13, 14) lediglich als Platte ausgebildet sein. In jeder Ausführungsform des Dämpfungselementes (9) kann im Bereich des Durchführungsraumes (10) ein elektrisch isolierendes mechanisches Dämpfungsmittel vorgesehen sein, um das Dämpfungselement (9) wackelfrei in dem gedruckten Schaltkreis (2) zu fixieren. Hierzu wären elastische Materialien wie beispielsweise Schaumstoff gut geeignet. Abweichend von der Darstellung Fig. 1 können auch mehrere Dämpfungselemente (9) in Richtung ihrer Längserstreckung (1) aneinandergereiht sein.

Das Dämpfungselement (9) des Ausführungsbeispiels Fig. 1 ist hinsichtlich Ferritmaterial, Längserstreckung (1) in Richtung der gedruckten Übertragungsleitungen (4) und Wanddicke (d) mit der Maßgabe dimensioniert, daß das Gerät (1) bei angeschlossenem und dämpfungselementfreiem elektrischen Kabel (7) eine elektrische Störfeldstärke der Störausstrahlungen aus dem elektrischen Kabel (7) im Bereich von 30 MHz bis 1 GHz, gemessen nach EN 550022, aufweist, die unterhalb der nach EN 550022 zulässigen Grenzwerte liegt. Dies wird bereits mit einem Dämpfungselement (9) erreicht, dessen Außendurchmesser 10–15 mm oder weniger, dessen Wanddicke (d) 3 mm, 2 mm oder weniger und dessen Längserstreckung (1) 14 mm, 10 mm oder weniger betragen.

Demgegenüber weist eine übliche Ferritklammer ausreichender Dimensionierung bezüglich der elektro-

magnetischen Verträglichkeit einen Außendurchmesser von 20 mm und mehr sowie eine Längserstreckung von 30 mm und mehr auf.

#### Patentansprüche

1. Elektronisches Gerät (1) zur Verarbeitung und Übertragung von elektrischen Signalen, mit einem gedruckten Schaltkreis (2) mit elektronischen Bauelementen (3) und zumindest einer an die elektronischen Bauelemente angeschlossenen gedruckten Übertragungsleitung (4), mit einem den gedruckten Schaltkreis (2) umgebenden Gehäuse (5), mit einem mit dem gedruckten Schaltkreis (2) elektrisch verbundenen und in einer Aussparung des Gehäuses (5) angeordneten elektrischen Steckverbinder (6), wobei an den Steckverbinder (6) ein elektrisches Kabel (7) mit zumindest einer, der gedruckten Übertragungsleitung (4) zugeordneten, aderförmigen Übertragungsleitung (8) zur Übertragung elektrischer Signale aus dem gedruckten Schaltkreis (2) zu Schaltkreisen beabstandeter anderer Schaltkreise anschließbar ist und wobei zumindest ein eine Übertragungsleitung umfassendes Dämpfungselement (9) aus Ferrit zur Dämpfung von Störausstrahlungen aus dem elektrischen Kabel (7) eingerichtet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfungselement (9) geräteintern in dem gedruckten Schaltkreis (2) die gedruckte Übertragungsleitung (4) umfassend angeordnet und dem Steckverbinder (6) vorgeschaltet ist, wobei das Dämpfungselement (9) hinsichtlich Ferritmaterial, Längserstreckung (1) in Richtung der gedruckten Übertragungsleitung (4) und Wanddicke (d) mit der Maßgabe dimensioniert ist, daß das Gerät (1) bei angeschlossenem und dämpfungselementfreiem elektrischen Kabel (7) eine elektrische Störfeldstärke der Störausstrahlungen aus dem Kabel (7) im Bereich von 30 MHz bis 1 GHz, gemessen nach EN 550022, aufweist, die unterhalb der nach EN 550022 zulässigen Grenzwerte liegt.
2. Elektronisches Gerät (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Verarbeitung und Übertragung digitaler elektrischer Signale eingerichtet ist.
3. Elektronisches Gerät (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere symmetrische gedruckte Übertragungsleitungen (4) eingerichtet und im Bereich des Dämpfungselementes (9) gebündelt sind.
4. Elektronisches Gerät (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die gedruckten Übertragungsleitungen (4) als diffentielle Übertragungsleitungen ausgebildet sind.
5. Elektronisches Gerät (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Kabel (7) schirmmantelfrei ausgebildet ist.
6. Elektronisches Gerät (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfungselement (9) keinen in Richtung der Längserstreckung der gedruckten Übertragungsleitung (4) verlaufenden Luftspalt aufweist und daß beidseitig der gedruckten Übertragungsleitung (4) Ausnehmungen in dem gedruckten Schaltkreis (2) angebracht sind, durch welche das Dämpfungsele-

ment (9) die gedruckten Übertragungsleitungen (4) vollständig umschließend hindurchgreift.

7. Elektronisches Gerät (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfungselement (9) als ein einen Durchführungsraum (10) für die gedruckte Übertragungsleitung (4) bildenden Hohlzylinder aus zwei Hohlzylinderhälften (11, 12) ausgebildet ist und daß die Zylinderachse des Dämpfungselementes (9) parallel zu der gedruckten Übertragungsleitung (4) ausgerichtet ist.

8. Elektronisches Gerät (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfungselement (9) im wesentlichen quaderförmig mit einem Durchführungsraum (10) für die gedruckte Übertragungsleitung (4) von im wesentlichen rechteckigem Querschnitt ausgebildet ist, wobei das Dämpfungselement aus zwei Halbelementen (13, 14) zusammensetzbar ist.

9. Elektrisches Gerät (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Dämpfungselemente (9) in Richtung ihrer Längserstreckung (1) aneinandergereiht sind.

10. Verwendung eines nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildeten und angeordneten Dämpfungselements (9) zur Reduktion von Störausstrahlungen aus einem an einen Steckverbinder (6) eines elektronischen, vorzugsweise digitalen, Gerätes angeschlossenen elektrischen, vorzugsweise schirmmantelfreien, Kabels.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

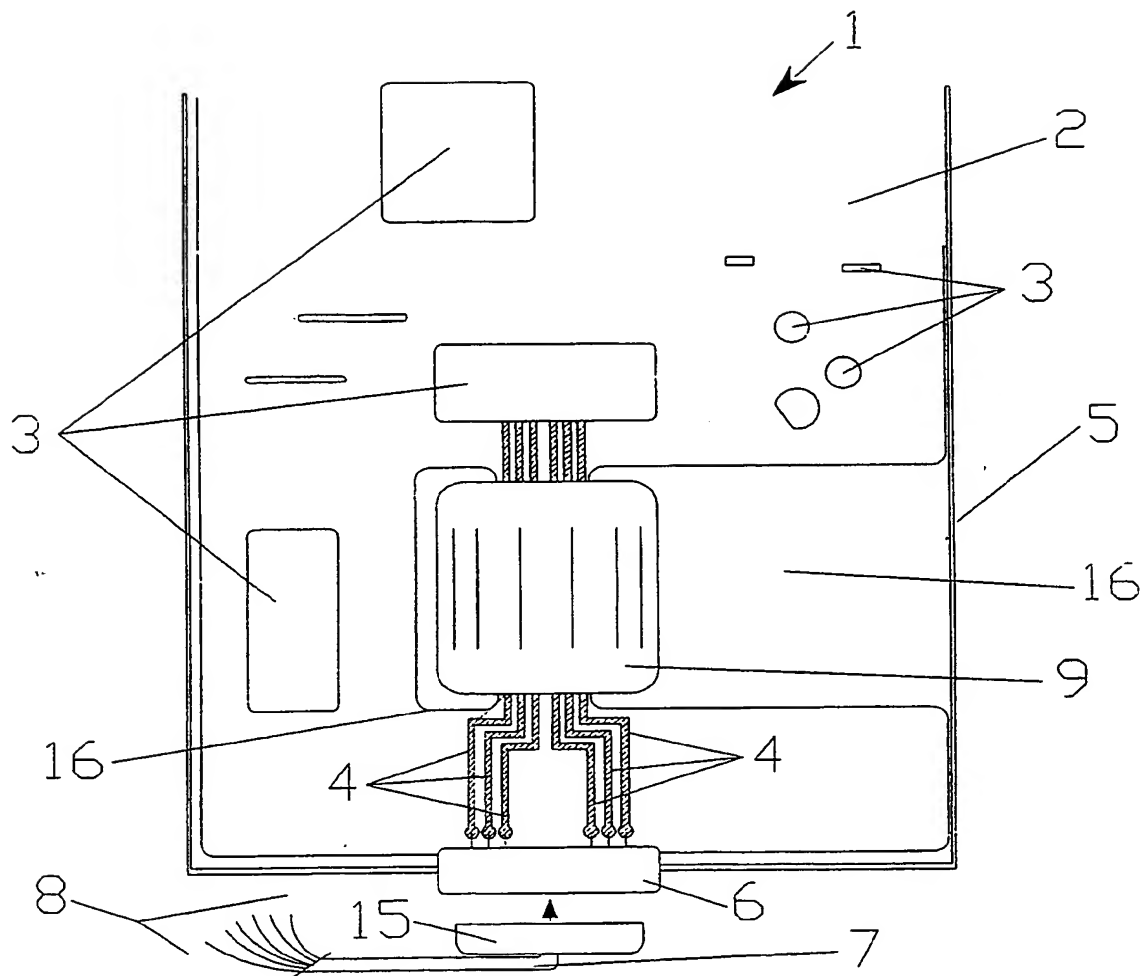


Fig. 2a

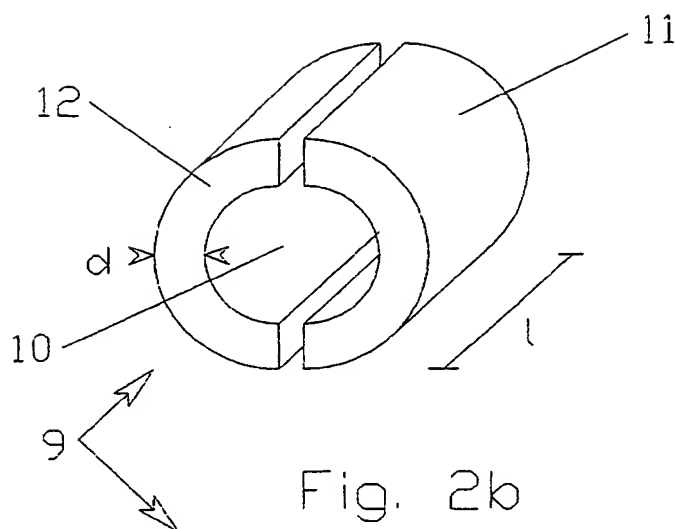


Fig. 2b

